

USO DO AMIDO DO MILHO DA CANJICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE EMULSÃO PICKERING COM AÇÃO HIDRATANTE

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Coordenadoria de Fomento à Pesquisa - Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Bruna Ribeiro Fernandes ¹
Apoio: *PIVIC Mackenzie*

Leticia Caramori Cefali ²

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde ¹

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde ²

<10401856@mackenzista.com.br>
<leticia.cefali@mackenzie.br>

RESUMO

Este estudo teve como objetivo desenvolver uma emulsão *Pickering* com ação hidratante utilizando amido extraído da canjica como agente estabilizante natural. A proposta visa substituir tensoativos convencionais, frequentemente associados a reações dermatológicas e impactos ambientais, por alternativas sustentáveis e biodegradáveis. O amido foi extraído por moagem úmida utilizando canjica comercial e caracterizado quanto ao teor de amilose, índice de absorção de água, solubilidade e viscosidade. A formulação cosmética inclui argila branca (essencial para a estabilização da emulsão sem tensoativo), glicerina, triglicerídeos de ácido cáprico-caprílico, fenoxietanol e 3% do amido de canjica, resultando em uma emulsão homogênea, de textura cremosa e agradável ao toque. Ensaio de estabilidade acelerada demonstraram que o produto manteve-se íntegro quando armazenado em frasco protegido da luz e em temperatura ambiente, com variação não-significativa de valores de pH e densidade. Um ensaio microbiológico confirmou a eficácia do conservante, com ausência do crescimento de bactérias e fungos. Foi possível concluir que o amido de milho da canjica é uma alternativa promissora para o desenvolvimento de cosméticos sustentáveis, atuando como agente estabilizante eficaz na presença da argila para a formação de uma emulsão sem tensoativo, contribuindo para a inovação na indústria cosmética.

Palavras-chave: Amido, canjica, emulsão, hidratação, *Pickering*.

ABSTRACT

This study aimed to develop a *Pickering* emulsion with moisturizing properties using starch extracted from hominy corn as a natural stabilizing agent. The proposal seeks to replace conventional surfactants (often associated with dermatological reactions and environmental impacts) with sustainable and biodegradable alternatives. Starch was extracted through wet milling using commercially available hominy corn and characterized in terms of amylose content, water absorption index, solubility, and viscosity. The cosmetic formulation included white clay (essential for stabilizing the emulsion without surfactants), glycerin, caprylic/capric acid triglycerides, phenoxyethanol, and 3% hominy corn starch, resulting in a homogeneous emulsion with a creamy texture and pleasant skin feel. Accelerated stability tests showed that the product remained stable when stored in light-protected containers at room temperature, with no significant variation in pH or density values. A microbiological assay confirmed the effectiveness of the preservative, with no bacterial or fungal growth observed. It was concluded that hominy corn starch is a promising alternative for the development of sustainable cosmetics,

acting as an effective stabilizing agent in the presence of clay to form a surfactant-free emulsion, contributing to innovation in the cosmetic industry.

Keywords: Starch, hominy, emulsion, moisturizer, Pickering.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Problemática

Os tensoativos são utilizados em cosméticos por possuírem efeitos detergentes, emulsificantes, solubilizantes, dispersantes e espumantes (Rieger, 1997), sendo a maior parte deles (70-75%) sintetizada a partir de derivados de petróleo, podendo causar problemas ambientais, já que não são biodegradáveis (Banat, 2000; Bognolo, 1999).

Por conta disso, as indústrias cosméticas buscam a utilização de tensoativos de origem natural, ou desenvolvem emulsões que não necessitam de tensoativos, como as denominadas emulsões *Pickering*, obtendo-se cosméticos biodegradáveis e com baixa toxicidade (Nitschke; Pastore, 2002).

Além do mais, de acordo com dados da ABIPHEC (2022), os consumidores buscam cada vez mais produtos de beleza sustentável, ou seja, aqueles que utilizam ingredientes naturais, respeitando o meio ambiente, além de investirem em produtos reutilizáveis e embalagens recicláveis.

Neste contexto, o mercado de cosméticos naturais e orgânicos, busca diminuir o uso de ingredientes sintéticos, que podem ser prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, e opta por ingredientes naturais, veganos e orgânicos, sendo, em sua maior parte, extraídos de forma sustentável da natureza. Inclusive, os consumidores buscam cada vez mais produtos de beleza sustentável e usam produtos reutilizáveis e embalagens recicláveis (ABIPHEC, 2022).

1.2 Justificativa

Conforme dados do mercado, o Brasil é o 3º maior consumidor mundial de beleza e os cosméticos orgânicos movimentam aproximadamente R\$ 3 bilhões por ano (SEBRAE, 2023). Em benefício ao meio ambiente e ao consumidor, a indústria cosmética busca formas de evitar o uso de substâncias não biodegradáveis em suas formulações, investindo em fórmulas orgânicas e/ou contendo grande parte de seus constituintes de origem natural. Da mesma forma, evitam cada vez mais a utilização de alguns componentes causadores de dermatites,

como os tensoativos.

As emulsões *Pickering*, portanto, representam uma forma de produzir cosméticos naturais que não prejudicam o meio ambiente, pois utilizam partículas sólidas de origem natural para estabilizar a mistura de líquidos imiscíveis em substituição aos tensoativos. (Aveyard et al., 2023).

Com isso, a canjica, considerada uma importante fonte de amido, por ser utilizada como uma fonte de polímero natural biodegradável e facilmente disponível na natureza, apresenta grande potencial para atuar como agente adesivo, ligante e formador de filme, estabilizando a emulsão e aumentando sua vida de prateleira (Nascimento, 2021).

Portanto, o presente trabalho visa desenvolver uma formulação cosmética *pickering*, com ação hidratante, contendo amido obtido de canjica como auxiliar de viscosidade, objetivando o aumento de sua estabilidade físico-química.

1.3 Objetivo

O objetivo geral do presente trabalho foi desenvolver uma formulação cosmética *pickering* com ação hidratante contendo canjica como fonte de amido para sua maior estabilização físico-química. Para isso, os objetivos específicos a serem alcançados foram: extrair o amido da canjica; caracterizar o amido obtido; desenvolver uma emulsão hidratante *pickering* contendo canjica como fonte de amido; realizar o estudo de estabilidade da formulação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A arte de decorar o rosto e o corpo é uma das mais antigas manifestações da humanidade. Evidências arqueológicas de mais de 75.000 anos indicam que as pessoas devem se pintar desde os tempos pré-históricos. Hoje em dia, cidadãos de todas as classes sociais fazem o mesmo, seja por motivos estéticos, religiosos ou culturais e, por isso, o uso de cosméticos se tornou comum, pois representa algo que define as pessoas como indivíduos (Russel, 2011).

As emulsões hidratantes são aquelas adicionadas de constituintes capazes de melhorar ainda mais o aspecto da pele, buscando manter sua integridade e bem-estar, proporcionando uma aparência saudável e evitando ressecamento. Sua aplicação resulta em menos ataques por substâncias nocivas e impede o desenvolvimento de doenças (Lóden, 2005).

Neste contexto, para desenvolver uma emulsão, a qual pode ser definida como uma dispersão na qual a fase dispersa se distribui em um veículo em que é imiscível, há a necessidade do uso de um tensoativo. Estes são capazes de reduzirem essa tensão interfacial entre as fases e facilitar a fragmentação das partículas, evitando sua tendência a se agregar ou coalescer (Ansel; Allen; Popovich, 2013).

Em contrapartida, os agentes emulsificantes provocam uma série de efeitos colaterais na pele, como o ressecamento da epiderme, atrofia da pele, sensibilidade à luz, irritação local e alergias (Frelichowska et al., 2009), além de também prejudicarem o meio ambiente quando os cosméticos são descartados de forma incorreta, proporcionando o acúmulo de substâncias detergentes no solo e na água.

Com o intuito de amenizar esse problema, a comunidade científica tem trabalhado com emulsões denominadas *Pickering*, em que os tensoativos tradicionais são substituídos por partículas sólidas, como as argilas, as quais se ligam irreversivelmente à interface óleo-água, levando a uma estabilização mais eficiente da formulação. Essas formulações, portanto, têm se destacado cada vez mais por apresentarem uma série de vantagens como baixo custo, menor consumo de emulsificante e baixa toxicidade para o corpo humano (Binks, 2002; Chen et al., 2020).

Além disso, o amido, por ser um biopolímero multifuncional biodegradável de baixo custo e facilmente disponível na natureza, pode auxiliar na estabilidade físico-química dessas formulações, por ser considerado um agente adesivo, ligante, formador de filme e estabilizante, além de ser sustentável, renovável e não ter efeitos nocivos para a saúde do consumidor nem para o meio ambiente, proporcionando assim cremosidade e auxiliando na retenção de umidade da formulação oferecendo a sensação de hidratação na pele (Nascimento, 2021).

A canjica é produzida a partir do milho por um processo chamado nixtamalização, onde os grãos são fervidos em uma solução alcalina, normalmente hidróxido de sódio diluído. Este processo faz com que as cascas amoleçam e os grãos inchem em até duas vezes do seu tamanho original. A partir desse processo, pode obter-se a canjica amarela ou a branca, dependendo do tipo de milho utilizado (Britannica, 2023).

Por apresentar uma alta concentração de amido, a canjica pode ser considerada uma fonte de amido a ser utilizada como um agente viscosificante e estabilizador para emulsões

Pickering, contribuindo para a formação de uma formulação biodegradável e não prejudicial ao meio ambiente.

3. METODOLOGIA

3.1 Materiais

O pacote de canjica cristal (classe branca tipo I) foi comprado no supermercado Pão de Açúcar na sua forma *in natura*. Os equipamentos utilizados na extração, na caracterização do amido e no teste de estabilidade da formulação foram um liquidificador, peneiras, centrífuga, balança analítica, espectrofotômetro, agitador magnético, chapa aquecedora, estufa, termômetro, dessecador, calorímetro de varredura diferencial, viscosímetro, geladeira, freezer e pHmetro. Já os materiais utilizados foram água destilada, metabissulfito de sódio, etanol, hidróxido de sódio 0,5N, ácido clorídrico 0,5N, biftalato de potássio, solução de iodo-iodeto e solução padrão de hidróxido de potássio 1N. Para o preparo da formulação usou-se de matéria-prima o amido, água destilada, triglicerídeo do ácido cáprico-caprílico, glicerina, fenoxietanol e argila branca. Para o ensaio microbiológico utilizou-se solução tampão fosfato (pH 7,2) e placas de Petri contendo os meios de cultura de Ágar Triptona de Soja (TSA) e Sabouraud.

3.2 Extração do amido

Primeiramente, os grãos de canjica foram higienizados com água corrente seguida de água destilada. Em seguida, foi realizada sua hidratação com metabissulfito de sódio a 50°C por 20 horas na estufa, para que as proteínas associadas aos grânulos de amido fossem retiradas. Após a drenagem dos grãos, fez-se a moagem úmida seguida de uma filtração com peneiras de 100 e 270 mesh. Após 4 horas de repouso em temperatura ambiente, o sobrenadante foi descartado e fez-se uma centrifugação de 20 minutos a 1500 rpm com o filtrado. O precipitado resultante passou por uma secagem a 40°C por 12 horas gerando, por fim, o amido de milho de canjica (Halal et al., 2019). O rendimento do amido foi calculado a partir da divisão da massa do amido obtido (g) pelo peso do grão de canjica inicial (g) e o resultado foi multiplicado por 100 (Devos et al., 2018).

3.3 Caracterização do amido

3.3.1 Determinação do teor de amilose por espectrofotometria

Foram pesados 50mg do amido obtido e hidratados com 1mL de etanol. Em seguida, 10 mL de hidróxido de sódio 0,5N foram adicionados e a mistura foi aquecida por 3 minutos. Após o resfriamento, adicionou-se 10 mL de ácido clorídrico 0,5 N e o volume foi completado

para 100 mL. Uma alíquota de 1 mL foi separada e nela foram adicionados 20mL de biftalato de potássio 0,4%, 28,5 mL de água destilada e 0,5 mL de uma solução de iodo-iodeto. Com o auxílio de um espectrofotômetro na região do ultravioleta, a absorbância da amostra foi lida a 600nm e comparada com uma curva padrão de amilose (Cruz, 1962).

3.3.2 Índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade (IS)

Inicialmente preparou-se uma suspensão a partir de 5g de amido em 100mL de água destilada. Em seguida, 20 mL da suspensão foram divididos em 4 béqueres, que passaram por aquecimento a 25, 50, 70 e 98°C por 30 minutos com agitação a cada 5 minutos em agitador magnético. Ao final do aquecimento, as suspensões passaram por resfriamento em banho de gelo para que atingissem a temperatura ambiente e foram centrifugadas em tubos de centrífuga a 1500 rpm por 10 minutos, para que a fração solúvel (sobrenadante) fosse separada da insolúvel (grânulos) (Leach; McCowen; Schoch, 1959).

Para determinar o índice de absorção de água, os tubos contendo os grânulos foram pesados e os sobrenadantes removidos. Após secagem na estufa a 105°C por 3 horas, os tubos foram resfriados no dessecador e pesados novamente (Leach; McCowen; Schoch, 1959). O cálculo foi realizado a partir da Equação I:

$$\text{Equação I: IAA} = \frac{\text{Massa do amido seco}}{\text{Massa inicial do amido}} \times 100$$

Para o índice de solubilidade, 10 mL do sobrenadante foram transferidos para placas de Petri pesadas anteriormente e submetidos a 105°C por 3 horas. Em seguida, foram resfriadas em um dessecador e pesadas (Leach; McCowen; Schoch, 1959). O cálculo foi realizado a partir da Equação II:

$$\text{Equação II: IS} = \frac{(\text{Massa do seco da placa} - \text{Massa da placa})}{\text{Massa inicial do amido}} \times 100$$

3.3.3 Análise da viscosidade

Um viscosímetro foi utilizado com spindle 3 a 12 rpm para determinar a viscosidade dinâmica do amido a 25°C nas concentrações de 10, 12 e 15% em solução-padrão de KOH 1N por 30 segundos (Silva; Silva, 2004).

3.4 Desenvolvimento da formulação

Os componentes e suas concentrações necessárias para o desenvolvimento da formulação estão descritos na Tabela 1. O propósito do desenvolvimento da formulação foi a obtenção de uma emulsão *Pickering* estável, de toque agradável e contendo

componentes que promovam hidratação à pele.

Tabela 1: Componentes e as concentrações necessárias presentes para a formulação de emulsão *pickering* hidratante contendo amido obtido do milho da canjica.

Componentes (INCI name)	Concentração (%)
Caprylic/Capric Triglyceride	6,0
Glycerin	5,0
Phenoxyethanl	0,5
Kaolin	4,0
Água	84,5
Hominy (Corn) Starch	3,0

3.5 Ensaio da estabilidade da formulação e ensaio microbiológico

Para determinar a estabilidade da formulação, é importante que as amostras sejam armazenadas em condições que acelerem possíveis mudanças que podem ocorrer dentro do prazo de validade. (ANVISA, 2004).

A formulação foi testada de acordo com a variação de temperatura, sendo um frasco armazenado à temperatura ambiente, um a temperaturas elevadas (em estufa de 45°C) e um a temperaturas baixas (em geladeira a 5°C e freezer a - 5°C), além de um frasco transparente que foi armazenado sob luz indireta (ANVISA, 2004).

A emulsão foi submetida ao ensaio de estabilidade acelerada com duração de 90 dias em que passou por condições de estresse para a observação da ocorrência de alteração em parâmetros organolépticos e físico-químicos (ANVISA, 2004).

Para avaliar a presença de microrganismo totais na formulação, foi conduzido um ensaio microbiológico em triplicata. A formulação foi inicialmente transferida para uma solução tampão fosfato (pH 7,2) na proporção de 1:9 (m:v), seguida por diluições seriadas até a concentração de 10^{-3} . Posteriormente, alíquotas de 0,1 mL da solução diluída foram inoculadas na superfície de placas de Petri contendo os meios de cultura de Ágar Triptona de Soja (TSA), incubadas a 35 °C por 24 horas, e Sabouraud, incubadas a 25 °C por 7 dias, com o objetivo de verificar o potencial de crescimento de bactérias e fungos, respectivamente (ANVISA, 2024).

3.6 Determinação da espalhabilidade

A espalhabilidade da formulação foi testada de acordo com a mudança de seu diâmetro após espalhamento em diferentes intervalos de tempo. Para isso, uma balança analítica foi tarada com uma placa de vidro e uma outra placa de vidro contendo 1g da emulsão foi cuidadosamente posicionada sobre ela, o valor total da massa será anotado. Em seguida, esse procedimento foi repetido com outras placas de pesos semelhantes no intervalo de um minuto entre cada medição (Cefali, et al., 2015).

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Obtenção do amido a partir do milho da canjica

O amido obtido apresentou coloração branca e, após a trituração, transformou-se em um pó fino e homogêneo (Figura 1). O rendimento da extração foi de 60,8%, valor próximo à média de 62% reportada no estudo de Mussolini (2009). Para a extração de amido em mandioca, Pola, Nunes e Moreto (2020) registraram um rendimento de 66%, indicando que os resultados obtidos estão alinhados com dados de outros estudos. A variação no rendimento pode estar relacionada a diferenças nos métodos de extração ou às características do milho de canjica utilizado.

Figura 1: Amido da canjica obtido (Autoria: Própria)

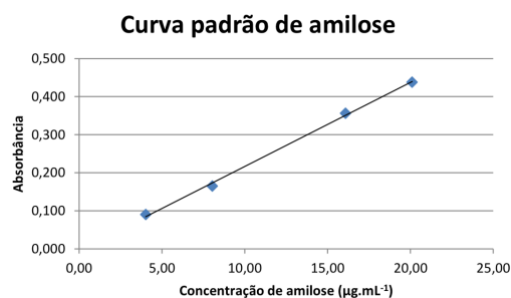


4.2 Teor de amilose

O teor de amilose afeta a temperatura de gelatinização do amido e sua tendência à retrogradação. Amido com alto teor de amilose forma géis mais firmes e menos pegajosos, enquanto aquele com baixo teor resulta em géis mais viscosos e coesos (Ascheri et al., 2010).

No presente estudo, a absorbância referente à amilose obtida foi de 0,127, e, com a utilização dos dados da curva padrão elaborada por Bandeira (2016), cujo R^2 encontrado foi de 0,9983 (Figura 2), foi encontrado um valor de teor de amilose igual à 5,946 $\mu\text{g/mL}$ e um percentual de 9,78%.

Figura 2: Curva padrão de amilose (Autoria: Bandeira, 2016)



Equação III: $Y = 0,0221x - 0,0044$

Contudo, conforme descrito na literatura, o amido de milho possui um teor de amilose entre 25% e 28%, (Lineback, 1984). No entanto, o amido obtido apresentou um valor significativamente reduzido. Essa baixa proporção de amilose impacta diretamente na formação do gel, resultando em uma estrutura mais viscosa e coesa.

4.3 Índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade (IS)

O Índice de Absorção de Água quantifica a capacidade dos grânulos de amido de incorporar água após serem submetidos a um processo térmico. Já o Índice de Solubilidade em Água, reflete a intensidade do tratamento térmico aplicado e a consequente degradação da estrutura da amilose e amilopectina, promovendo sua solubilização (Anderson et al., 1969). O aquecimento de uma suspensão de amido em água provoca a desestabilização da estrutura cristalina do grão de amido, resultando na expansão dos grânulos e no aumento da solubilidade do amido (Hoover, 2001).

O amido analisado, portanto, apresentou um Índice de Absorção de Água médio de 1,78 g/g de matéria seca, valor significativamente inferior ao reportado por Krieger (1988), que obteve 2,18 g/g de matéria seca. Quanto ao Índice de Solubilidade em Água, o resultado encontrado foi 0,59%, demonstrando semelhança significativa ao valor de 0,57% obtido por Krieger. Com isso, o amido obtido apresenta menor capacidade para incorporação de água, porém boa solubilidade.

Por meio deste método foi possível determinar que conforme a temperatura aumenta, há uma formação de gel de mais consistente, mas a utilização de temperatura acima de 99°C, a emulsão pode degradar, devido à degradação de demais compostos presentes na formulação e perda de água por evaporação. Desse modo, a temperatura ideal para o aquecimento da emulsão é entre 85 e 90°C.

4.4 Análise da Viscosidade

A viscosidade do amido influencia diretamente a estabilidade da emulsão, pois determina a capacidade das partículas de amido de formar uma barreira eficaz entre as fases da emulsão. Além disso, a viscosidade afeta a dispersão das partículas e a resistência mecânica da emulsão, garantindo uma estrutura mais coesa e durável (Cereda, 2001; Biliaderis, 1991).

Os resultados obtidos neste estudo indicaram valores de viscosidade de 2,27 Pa·s para uma concentração de 10% de amido, 3,25 Pa·s para 12%, e 6,20 Pa·s para 15%. A partir disso, foi possível determinar que a viscosidade da suspensão aumenta proporcionalmente à concentração de amido.

4.5 Desenvolvimento da formulação

Para preparar a emulsão, o amido foi pesado e dispersado em água na temperatura de 80-90°C com agitação constante, em agitador magnético até a formação de um gel. Em seguida, adiciona-se a argila, garantindo a estabilidade da emulsão para, por fim incorporar os demais componentes da formulação.

O amido é empregado devido às suas propriedades adesivas, ligantes, formadoras de filme, além de sua capacidade de gelificação e espessamento. Esses atributos contribuem para o aumento da viscosidade da emulsão, favorecendo, assim, a melhoria de sua uniformidade (Oliveira, 2000).

A argila branca desempenha funções essenciais na limpeza e hidratação da pele devido à presença de grânulos irregulares e arredondados que auxiliam na esfoliação (Das et al., 2011). Além disso, atua como agente espessante, estabilizadora de emulsão, aglutinante e supensor, contribuindo para a viscosidade da formulação (Viseras et al., 2007; Rowe et al., 2009). Em adição, previne a coalescência de gotas de óleo e água pela sua capacidade de ser umedecida por ambas as fases líquidas, possibilitando a formação de uma barreira física que impede a separação das fases e preserva as propriedades físico-químicas do sistema (Carretero, 2002; Massaro et al., 2018).

A glicerina foi incorporada à formulação devido às suas propriedades umectantes e emolientes, favorecendo a retenção de umidade e a manutenção da hidratação da pele. O fenoxietanol, por sua vez, foi utilizado como conservante antimicrobiano, garantindo a preservação do sistema contra contaminação microbiológica (Rowe et al., 2009). Já o triglicerídeo do ácido cáprico/caprílico desempenhou funções tanto de emoliente quanto de

agente de espalhabilidade, contribuindo para a textura e uniformidade da aplicação do produto (Corrêa, 2012).

A emulsão desenvolvida apresentou, portanto, aspecto homogêneo e cremoso com coloração bege após a adição da argila e odor característico (Figura 3).

Figura 3: Emulsão *Pickering* hidratante contendo amido do milho da canjica
(Autoria: Própria)



4.6 Ensaio de estabilidade e determinação de espalhabilidade da formulação

Durante os 90 dias de ensaio de estabilidade, a emulsão conservada em temperatura ambiente protegida da luz não apresentou separação de fases, mantendo seu aspecto homogêneo e odor característico (Figura 4).

Já as formulações armazenadas sob condições de refrigeração e congelamento (Figura 4) apresentaram alteração no odor, consistência mais rígida, além de separação parcial da fase aquosa, fenômeno conhecido como retrogradação do amido. Tal processo é caracterizado pelo aumento da firmeza da matriz e pela ocorrência de sinérese, decorrente da reorganização das moléculas de amido e formação de estruturas insolúveis, especialmente em temperaturas próximas ao ponto de congelamento da água. Em contrapartida, em temperaturas elevadas, esse fenômeno é menos evidente, o que justifica a aparência cremosa e a textura homogênea observadas nas amostras mantidas em temperatura ambiente ou sob aquecimento controlado em estufa, que manteve seu odor característico (Figura 4) (Germani, 1981).

A formulação armazenada sem a proteção de luz (Figura 4) sofreu alteração por ter, apresentando diferenças em sua cor, odor e aspecto. Isso ocorreu porque a luz gera radicais livres e íons que podem alterar as características intrínsecas do produto (Lockhart & Paine, 1996).

Figura 4: Formulação após o estudo de estabilidade – (A) Ambiente; (B) Geladeira (C) Freezer; (D) Estufa; (E) Luz (Autoria: Própria)

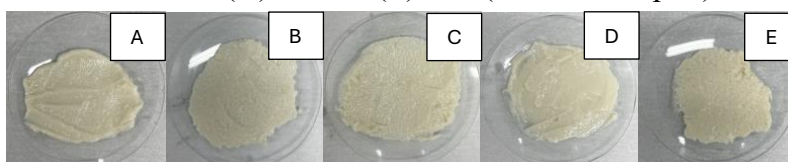
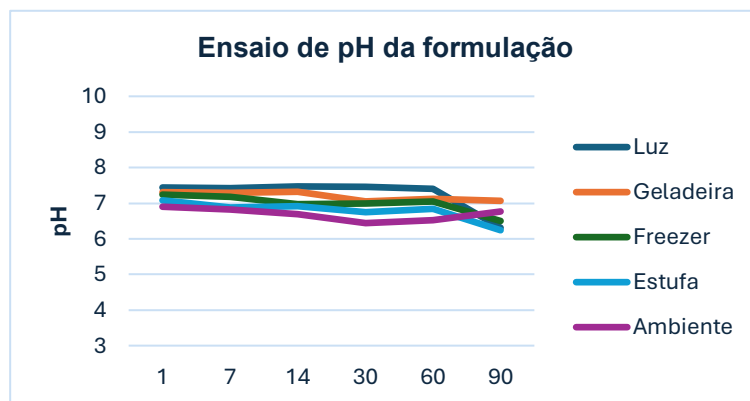
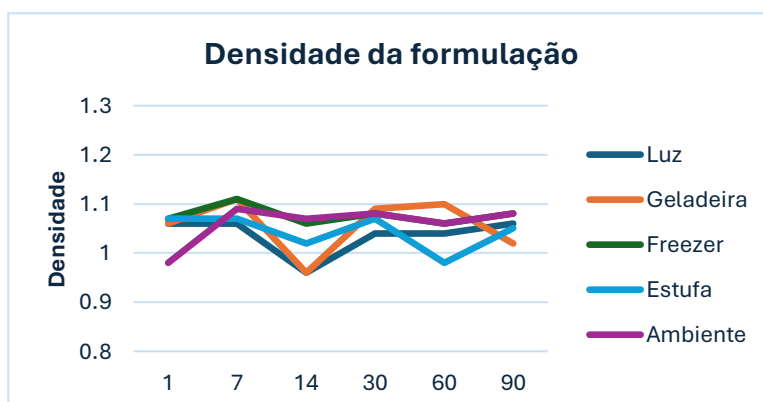


Figura 5: Valores de pH da formulação durante o ensaio de estabilidade (Autoria: Própria)



Em relação ao ensaio de pH, não houve variação significativa para as amostras submetidas às condições ambiente e estufa, mantendo uma média de 7,02 e desvio padrão de 0,26. Porém, para as demais condições, houve diminuição significativa dos valores de pH de 7,4 a 6,31 (Figura 5). Apesar de haver mudança significativa, os valores de pH apresentados em todas as condições são compatíveis com o pH da pele, não apresentando, portanto, danos no tecido cutâneo. Já para o ensaio de densidade, não houve variação significativa ($p < 0,05$) dos valores, sendo a formulação mantida com densidade de 1,075 g/mL (Figura 6) durante o estudo de estabilidade em todas as condições de estresse em que foi submetida.

Figura 6: Valores de densidade da formulação durante o estudo de estabilidade (Autoria: Própria)



Ante o exposto, a formulação deve ser considerada estável quando armazenada em temperatura ambiente e conservada em frasco opaco, para que não haja incidência de luz.

A formulação também foi submetida ao estudo de espalhabilidade, em que 1g da formulação foi posicionada em uma placa de vidro e 4 outras placas pesando 1300g, 1095g, 1300g e 1298,37g cada foram posicionadas sobre a amostra para a verificação da área de espalhamento. A área de espalhabilidade média foi calculada e apresentou um valor de 6,28 cm², sendo identificado o aumento da espalhabilidade à medida que cada placa foi posicionada sobre a amostra.

A baixa espalhabilidade da formulação se deve ao comportamento não pseudoplástico da argila branca, que mantém alta viscosidade mesmo sob força. Sua baixa plasticidade e pouca absorção de água dificultam a fluidez e o deslizamento das partículas, resultando em uma textura espessa e pouco maleável (Daneluz et al., 2020; Xu; Nan, 2023). Diferentemente de emulsões estabilizadas por proteínas ou polissacarídeos, as quais apresentam textura macia e uniforme resultando na formação de uma rede viscoelástica pelas partículas proteicas, facilitando o fluxo sob leve pressão (Yan et al., 2020). Sendo assim, o creme é mais indicado para uso facial, onde a espalhabilidade reduzida pode ser vantajosa ao favorecer a aderência e o tempo de contato com a pele.

A presença de microrganismos foi também verificada no projeto e, após o período de incubação estabelecido para cada meio de cultura, não foi observado crescimento microbiano em nenhuma das placas analisadas. Esse resultado indica a ausência de contaminação por bactérias e fungos, sugerindo que o conservante presente na formulação foi eficaz sob as condições testadas.

5. CONCLUSÃO

Por meio deste estudo, foi possível concluir que o amido de milho proveniente da canjica representa uma fonte sustentável promissora para a substituição de tensoativos convencionais para o desenvolvimento de emulsões, conjuntamente com argila branca, contribuindo para a inovação na indústria cosmética com a produção de formulações sustentáveis.

A formulação desenvolvida também demonstrou estabilidade físico-química e textura agradável ao toque, o que reforça sua aplicabilidade em produtos cosméticos. Além disso, com base nos resultados obtidos no ensaio de estabilidade, foi possível determinar que o recipiente mais adequado para o armazenamento da formulação é o frasco de polipropileno com proteção contra a luz. Recomenda-se, adicionalmente, que o produto seja mantido em temperatura ambiente, a fim de garantir sua integridade ao longo do período de validade.

6. REFERÊNCIAS

1. ABIHPEC. Empresas de cosméticos naturais saltam no país e miram internacionalização de marcas. 2022. Disponível em: <https://abihpec.org.br/empresas-de-cosmeticos-naturais-saltam-no-pais-e-miram-internacionalizacao-de-marcas/>. Acesso em: 18 dez. 2023.
2. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Farmacopeia Brasileira 7ª edição: volume I - versão RDC nº 940/2024 - VIGENTE. Brasília: ANVISA, 2024. Disponível em: <https://bibliotecadigital.anvisa.gov.br/jspui/bitstream/anvisa/11937/3/VOLUME%20I%20-%20FB7%20final%20c%20capa.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2025.
3. ALLEN JUNIOR, Loyd V.; POPOVICH, Nicholas G.; ANSEL, Howard C. Formas Farmacêuticas e Sistemas de Liberação de Fármacos. Porto Alegre: Artmed Editora Ltda, 2013. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788565852852/pageid/3>. Acesso em: 9 jan. 2024.
4. ANVISA. Guia de estabilidade de produtos cosméticos. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2004. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/cosmeticos/manuais-e-guias/guia-de-estabilidade-de-cosmeticos.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2024.
5. ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN JUNIOR, L. Gelatinization of Corn Grits by Roll-and Extrusion-Cooking. *Cereal Science Today*, St. Paul, v. 14, n. 1, p. 4-11, 1969.
6. ASCHERI, D. P. R.; MOURA, W. S.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Caracterização física e físico-química de rizomas e amido do lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 40, n. 2, p. 159-166, 2010.
7. AVEYARD, Robert; BINKS, Bernard P; CLINT, John H. Emulsions stabilised solely by colloidal particles. *Advances In Colloid And Interface Science*, [S.L.], v. 100-102, p. 503-546, fev. 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/S0001-8686\(02\)00069-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0001-8686(02)00069-6). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001868602000696?via%3Dihub>. Acesso em: 18 dez. 2023.
8. BANAT, Ibrahim M.. Biosurfactants, more in demand than ever. **Biofutur**, [S.L.], v. 2000, n. 198, p. 44-47, mar. 2000. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/S0294-3506\(00\)88791-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0294-3506(00)88791-8).
9. BANDEIRA, Estela Iara. Desenvolvimento e caracterização de micropartículas de

- amido reticuladas com agente fosfatado e avaliação da adsorção do azul de metileno. 2016. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Processos Químicos Bioquímicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1774/1/PB_PPGTP_M_Bandeira%2c%20Estela_2016.pdf. Acesso em: 16 jun. 2025.
10. BILIADERIS, C. G. The structure and interactions of starch with food. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, v. 69, p. 60-78, 1991. DOI: 10.1139/91-011
 11. BINKS, Bernard P. Particles as surfactants—similarities and differences. *Current Opinion In Colloid & Interface Science*, [S.L.], v. 7, n. 1-2, p. 21-41, mar. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s1359-0294\(02\)00008-0](http://dx.doi.org/10.1016/s1359-0294(02)00008-0). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359029402000080>. Acesso em: 3 fev. 2024.
 12. BOGNOLO, G. Biosurfactants as emulsifying agents for hydrocarbons. *Colloids And Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, [S.L.], v. 152, n. 1-2, p. 41-52, jul. 1999. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0927-7757\(98\)00684-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0927-7757(98)00684-0).
 13. BRITANNICA, The Editors of Encyclopedia. Hominy. 2023. Disponível em: <https://www.britannica.com/topic/hominy>. Acesso em: 9 mar. 2024.
 14. CARRETERO, M. Isabel. Clay minerals and their beneficial effects upon human health. A review. *Applied Clay Science*, Seville, v. 21, n. 3-4, p. 155-163, jun. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0169-1317\(01\)00085-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0169-1317(01)00085-0). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169131701000850>. Acesso em: 14 jun. 2025.
 15. CEFALI, Letícia Caramori; SOUZA-MOREIRA, Tatiana Maria; CORRÊA, Marcos Antônio; SALGADO, Hérica Regina Nunes; ISAAC, Vera Lucia Borges. Development and evaluation of an emulsion containing lycopene for combating acceleration of skin aging. *Brazilian Journal Of Pharmaceutical Sciences*, Araraquara, v. 51, n. 3, p. 579-590, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1984-82502015000300010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjps/a/G3gHrkZXZdgrRXF7xtyrxCj/?format=html&lang=en>. Acesso em: 13 fev. 2024.
 16. CEREDA, M. P. Propriedades gerais do amido. São Paulo, Fundação Cargill, 221 p. (Série: Culturas de tuberosas amiláceas latino-americanas-americanas, v. 1), 2001.
 17. CHEN, Lijuan; AO, Fen; GE, Xuemei; SHEN, Wen. Food-Grade Pickering

- Emulsions: preparation, stabilization and applications. *Molecules*, [S.L.], v. 25, n. 14, p. 3202, 14 jul. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules25143202>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/14/3202>. Acesso em: 3 fev. 2024.
18. CORRÊA, M.A. *Cosmetologia ciência e técnica*. São Paulo: Livraria e Editora MEDFARMA, 2012.
19. CRUZ, Renato. *Isolamento, caracterização e modificações de amido de chuchu (Sechium edule, Swartz)*. 1982. 304 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos e Agrícolas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1982. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/47494>. Acesso em: 09 jan. 2024.
20. DANELUZ, Júlia *et al.* The Influence of Different Concentrations of a Natural Clay Material as Active Principle in Cosmetic Formulations. *Materials Research*, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 1-11, 25 abr. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1980-5373-mr-2019-0572>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mr/a/xdw5jphh9JSGG9WbbyyYFpj/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 19 ago. 2025.
21. DAS, Swagata *et al.* Isolation and characterization of novel protein with anti-fungal and anti-inflammatory properties from Aloe vera leaf gel. *International Journal Of Biological Macromolecules*, New Delhi, v. 48, n. 1, p. 38-43, jan. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2010.09.010>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813010002904>. Acesso em: 14 jun. 2025.
22. DEVOS, Rafaela Julyana Barboza; PESSUTTO, Isadora; ORO, Tatiana; GUTKOSKI, Luiz Carlos. *EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE AMIDOS DE MILHO*. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2018. Disponível em: https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/simposio-sial-anais/2018/ciencia/c-51.pdf. Acesso em: 12 fev. 2024.
23. FRELICHOWSKA, Justyna; BOLZINGER, Marie-Alexandrine; CHEVALIER, Yves. Pickering emulsions with bare silica. *Colloids And Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, [S.L.], v. 343, n. 1-3, p. 70-74, jul. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.colurfa.2009.01.031>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927775709001903>. Acesso em: 3 fev. 2024.

24. GERMANI, Rogerio. Retrogradação de geis de amido de milho: influência de açúcares, lipídeos e tipos de amido. 1981. 109f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Campinas, SP. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/51724>. Acesso em: 3 ago. 2025.
25. HALAL, Shanise Lisie Mello El; KRINGEL, Dianini Hüttner; ZAVAREZE, Elessandra da Rosa; DIAS, Alvaro Renato Guerra. Methods for Extracting Cereal Starches from Different Sources: a review. *Starch - Stärke*, [S.L.], v. 71, n. 11-12, p. 1-2, 17 set. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/star.201900128>
26. HOOVER, R. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. *Carbohydr. Polym.*, v.45, p.253-267, 2001.
27. KRIEGER, Nádia. Amido de Milho Pré - Gelatinizado por Extrusão: Estudo das Variáveis de Processo e do Efeito da Adição de Emulsificantes. 1988. 196 f. Tese (Mestrado) - Curso de Tecnologia Química, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 1988. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/62627/D%20-%20NADIA%20KRIEGER.pdf?sequence=1>. Acesso em: 7 maio 2025.
28. LEACH, H.W.; McCOWEN, L.D.; SCHOCH, T.J. Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chemistry*, v. 36, n. 6, p. 534-544, 1959.
29. LINEBACK, D. R. The starch granule: organization and properties. *Bakers Digest*, v. 58, n. 2, p. 16-21, 1984.
30. LOCKHARD, H.; PAYNE, F. A. Packaging of pharmaceuticals and healthcare products. Dordrecht: Springer Science+Business Media, 1996. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-1-4615-2125-9.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2025.
31. LODÉN, M. The clinical benefit of moisturizers. *Journal Of The European Academy Of Dermatology And Venereology*, [S.L.], v. 19, n. 6, p. 672-688, 30 set. 2005. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-3083.2005.01326.x>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16268870/>. Acesso em: 9 jan. 2024.
32. MASSARO, Marina; COLLETTI, Carmelo Giuseppe; LAZZARA, Giuseppe; RIELA, Serena. The Use of Some Clay Minerals as Natural Resources for Drug Carrier Applications. *Journal Of Functional Biomaterials*, Palermo, v. 9, n. 4, p. 58, 19 out.

2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/jfb9040058>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-4983/9/4/58>. Acesso em: 14 jun. 2025.
33. MUSSOLINI, Renata Capanema. Caracterização físico-química e rendimento da moagem úmida de quatro híbridos de milho. 2009. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São José do Rio Preto, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/3ac2c02f-7a37-4e6e-989e-730a10f49267/content>. Acesso em: 9 maio 2025.
34. NASCIMENTO, Karin Krystina Maximo do. Abordagens de preparo e caracterização de nano-amidos e suas aplicações em emulsões alimentícias pickering: uma revisão. 2021. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/8369>. Acesso em: 19 dez. 2023.
35. NITSCHKE, Marcia; PASTORE, Gláucia Maria. BIOSSURFACTANTES: PROPRIEDADES E APLICAÇÕES. Química Nova, Campinas, v. 25, p. 772-776, mar. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/sBY9nNYxC5zN5wK3gxLsK9p/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 dez. 2023.
36. OLIVEIRA, J. T. A. Composition and nutritional properties of seeds from Pachira aquática aubl, Sterculia striata St Hil et Naud and Terminalia catappa Linn. Food Chemistry, v. 70, p. 185-191, 2000.
37. POLA, Augusto Carlos; NUNES, Eduardo da Costa; MORETO, Alexsander Luis. Estimativas do rendimento de farinha e de amido em mandioca. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v. 34, n. 2, p. 30-33, 20 ago. 2021. Empresa de Pesquisa Agropecuaria e Extensao Rural de Santa Catarina. <http://dx.doi.org/10.52945/rac.v34i2.797>. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/797/1126>. Acesso em: 14 jun. 2025.
38. RIEGER, Martin M. (ed.). Surfactants in cosmetics. 2. ed. New York: Marcel Dekker, Inc, 1997.
39. ROWE RC, SHESKEY PJ, QUINN ME. Handbook of Pharmaceutical Excipients. London: Pharmaceutical Press; 2009.
40. RUSSEL, Richard. Why Cosmetics work. In: ADAMS JUNIOR, Reginald B.; NAKAYAMA, Nalini Ambady Ken; SHIMOJO, Shinsuke (ed.). The science vision.

- Nova Iorque: Oxford University Press, Inc, 2011. p. 186-193. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=Qu3aYV24bWgC&oi=fnd&pg=PA186&dq=cosmetics&ots=7O_Pzos17&sig=06TH0eAHPQvXl2TDMWngCB2VR0M&redir_esc=y#v=onepage&q=cosmetics&f=false. Acesso em: 4 jan. 2024.
41. SEBRAE. Cresça com os cosméticos orgânicos. 2023. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/cresca-com-os-cosmeticos-organicos,48425cc1c52a6810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 19 dez. 2023.
42. SILVA, Maurício Henrique Louzada; SILVA, Cassiano Oliveira da. Caracterização parcial de amido de banana. Revista Ceres, Viçosa, v. 52, p. 751-762, set. 2004. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/20969/1/artigo.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2024.
43. VISERAS, C; AGUZZI, C; CERESO, P; A LOPEZGALINDO,. Uses of clay minerals in semisolid health care and therapeutic products. Applied Clay Science, [S.L.], v. 36, n. 1-3, p. 37-50, abr. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2006.07.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016913170600144X>. Acesso em: 14 ago. 2025.
44. XU, Rui; NAN, Wenguang. Analysis of the metrics and mechanism of powder spreadability in powder-based additive manufacturing. Additive Manufacturing, [S.L.], v. 71, jun. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.addma.2023.103596>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214860423002099?via%3Dihub>. Acesso em: 19 ago. 2025.
45. YAN, Xiaojia *et al.* Protein-stabilized Pickering emulsions: formation, stability, properties, and applications in foods. Trends In Food Science & Technology, [S.L.], v. 103, p. 293-303, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.005>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224420305331?via%3Dihub>. Acesso em: 19 ago. 2025.